

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,  
МОЛОДЁЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**М. Ф. Бронжаев,  
Т. В. Мишурова**

**РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА  
«МОНОМАХ»**

**Учебное пособие  
для студентов дневной формы обучения  
направления подготовки «Строительство» специальности  
«Промышленное и гражданское строительство»**

**Харьков  
ХНАГХ  
2012**

УДК [624-15:004](075)  
ББК 38.58я73.6+73я73-6  
Б88

***Авторы:***

***М. Ф. Бронжаев***, к. техн. наук, доцент кафедры механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии Харьковской национальной академии городского хозяйства;

***Т. В. Мишурова***, к. техн. наук, доцент кафедры механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии Харьковской национальной академии городского хозяйства.

***Рецензент:***

***А. Г. Рудь***, к. техн. наук, профессор кафедры механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии Харьковской национальной академии городского хозяйства.

Рекомендовано Ученым советом  
Харьковской национальной академии городского хозяйства  
как учебное пособие для студентов дневной формы обучения  
направления подготовки «Строительство» специальности  
«Промышленное и гражданское строительство»,  
протокол № 1 от 30 сентября 2011 г.

**Бронжаев М. Ф.**

Б88 Учебное пособие по расчету фундаментов с использованием программного комплекса «МОНОМАХ» / М. Ф. Бронжаев, Т. В. Мишурова; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х. : ХНАГХ, 2012. – 67 с.

В учебном пособии приведены методики для изучения расчетного строительного программного комплекса «МОНОМАХ» на основе поэтапного создания пространственной модели грунтового основания, расчета фундамента на естественном основании, расчета фундаментной плиты на естественном основании, расчета свайного плитного ростверка и расчета железобетонной подпорной стены уголкового типа.

Рекомендовано для студентов строительных специальностей дневной формы обучения, а также для магистров, аспирантов, преподавателей, научных сотрудников.

УДК [624-15:004](075)  
ББК 38.58я73.6+73я73-6

© М. Ф. Бронжаев, Т. В. Мишурова, 2012  
© Харьков, ХНАГХ, 2012

## Содержание

Введение.....	5
1. Формирование модели грунтового основания. Программа «Грунт».....	7
1.1. Исходные данные.....	7
1.2. Создание новой задачи и задание характеристик грунтов.....	7
1.3. Задание сетки построения.....	10
1.4. Создание скважин.....	11
1.4.1. Корректировка скважин.....	13
1.5. Сохранение информации о модели.....	13
2. Создание модели и расчет фундамента на естественном основании. Программа «Фундамент».....	15
2.1. Исходные данные.....	15
2.2. Создание новой задачи и задание характеристик материалов.....	15
2.3. Задание характеристик грунтов.....	16
2.4. Задание геометрии фундамента.....	19
2.5. Задание нагрузок на фундамент и грунт.....	21
2.6. Ограничения при проектировании.....	23
2.7. Расчет фундамента.....	24
2.8. Конструирование фундамента.....	24
2.9. Формирование и просмотр расчетной записки.....	26
2.10. Сохранение результатов расчета.....	26
3. Расчет фундаментной плиты на естественном основании. Программа «Плита».....	27
3.1. Создание новой задачи.....	27
3.2. Задание сетки построения и настройка координатной сетки.....	29
3.2.1. Настройка координатной сетки.....	30
3.3. Задание контура плиты.....	32
3.3.1. Просмотр заданной толщины плиты.....	33
3.4. Задание нагрузок на плиту.....	33
3.4.1. Учет собственного веса плиты.....	33
3.4.2. Задание равномерно распределенной нагрузки.....	33
3.4.3. Задание коэффициента надежности по нагрузке.....	34
3.5. Расчет фундаментной плиты на естественном основании и просмотр результатов расчета.....	34
3.5.1. Расчет фундаментной плиты.....	34
3.5.2. Сохранение результатов расчета.....	35
3.5.3. Просмотр изополей перемещений, изгибающих моментов и поперечных сил.....	35
3.5.4. Просмотр изополей усилий.....	35
3.5.5. Просмотр изополей верхнего и нижнего армирования.....	36
3.6. Формирование и просмотр расчетной записки.....	36
3.7. Конструирование плиты.....	36
3.7.1. Раскладка стержней основного армирования на заданном участке.....	37
3.7.2. Сохранение результатов конструирования.....	39

4. Расчет свайного плитного фундамента. Программа «Плита».....	40
4.1. Создание новой задачи и задание характеристик материалов.....	40
4.2. Задание сетки построения и настройка координатной сети.....	42
4.2.1. Задание сетки построения.....	42
4.2.2. Настройка координатной сетки.....	43
4.3. Создание свай.....	46
4.3.1. Задание отдельной сваи или куста свай.....	46
4.3.2. Удаление свай.....	49
4.3.3. Копирование и перенос свай .....	49
4.3.4. Обозначение свай на плане.....	51
4.4. Задание плиты.....	51
4.4.1. Задание контура плиты.....	51
4.4.2. Просмотр заданной толщины плиты.....	51
4.5. Задание нагрузок на плиту.....	52
4.5.1. Учет собственного веса плиты.....	52
4.5.2. Задание равномерно распределенной нагрузки.....	52
4.5.3. Введение коэффициентов по нагрузке.....	53
4.6. Расчет плиты и просмотр результатов расчета.....	53
4.6.1. Расчет плиты.....	53
4.6.2. Сохранение результатов расчета.....	54
4.6.3. Просмотр изополей перемещений, моментов и поперечных сил.....	54
4.6.4. Просмотр изополей усилий в сваях.....	54
4.6.5. Просмотр изополей армирования плиты ростверка.....	55
4.7. Формирование и просмотр расчетной записки.....	55
4.8. Конструирование плиты.....	55
4.8.1. Раскладка стержней основного армирования на заданном участке.....	56
4.8.2. Сохранение результатов конструирования.....	58
5. Расчет подпорной стены. Программа «Подпорная стена».....	59
5.1. Исходные данные.....	59
5.2. Создание новой задачи.....	59
5.3. Корректировка данных.....	60
5.4. Задание характеристик материалов.....	60
5.5. Задание характеристик грунтов.....	61
5.6. Задание геометрии подпорной стены.....	62
5.7. Задание нагрузок на грунт засыпки.....	63
5.8. Расчет подпорной стены и просмотр расчетных усилий.....	64
5.8.1. Расчет подпорной стены.....	64
5.8.2. Просмотр расчетных усилий в подпорной стене.....	65
5.9. Конструирование подпорной стены.....	65
5.10. Формирование и просмотр расчетной записки.....	66
5.11. Сохранение результатов расчета.....	66
Список рекомендуемых источников.....	67

## Введение

В данном учебном пособии приведены методики для:

- создания модели грунтового основания;
- создания модели и расчета фундамента на естественном основании;
- расчета фундаментной плиты на естественном основании;
- расчета свайного плитного фундамента.

С использованием программного комплекса «МОНОМАХ» в рамках выполнения практических работ по курсу «Основы механики грунтов», «Основания и фундаменты», «Механика грунтов, основания и фундаменты» для студентов 3-го и 4-го курса специальности «Промышленное и гражданское строительство».

На первом занятии студенты получают от преподавателя индивидуальное задание для определения физико-механических характеристик грунтового основания.

Получив индивидуальное задание, студенты должны уяснить поставленное перед ними задание, внимательно ознакомиться с содержанием учебного пособия. В этом их помогут лекции по курсу и практические задания, которые были проведены руководителем практических работ.

Начав выполнение практических работ, студенты обязаны:

- Придерживаться графика поэтапного выполнения работ, которые оговорены руководителем;
- Самостоятельно работать с источниками, рекомендуемыми для изучения в учебном пособии;
- Предъявлять по требованию руководителя выполненную часть практических работ.

Целью учебного пособия является изучение программного комплекса «МОНОМАХ» и поэтапное создание модели грунтового основания, модели и расчета фундамента на естественном основании, расчета фундамент-

ной плиты на естественном основании, расчета свайного плитного фундамента и расчета уголкового подпорной стены.

Процесс создания модели грунтового основания в программе «Грунт» включает в себя:

- Выполнение расчета физико-механических свойств грунтов;
- Построение геологического разреза;
- Формирование и анализ трехмерной модели грунта;
- Оформление результатов в пояснительной записке.

Проектирование фундаментов неглубокого заложения (на естественном основании) в программе «Фундамент» включает в себя:

- Выполнение расчета и конструирование вариантов фундамента неглубокого заложения (на естественном основании);
- Оформление результатов расчета в пояснительной записке.

Проектирование фундаментной плиты на естественном основании в программе «Плита» включает в себя:

- Выполнение расчета фундаментной плиты на естественном основании;
- Изучение дополнительных форм представления результатов расчета, характерных для фундаментной плиты на естественном основании;
- Оформление результатов расчета в пояснительной записке.

Проектирование фундаментной плиты на свайном поле в программе «Плита» представляет собой:

- Выполнение расчета фундаментной плиты на свайном поле;
- Изучение дополнительных форм представления результатов расчета, характерных для фундаментной плиты на свайном поле;
- Оформление результатов расчета в пояснительной записке.

Создание модели и расчет подпорной стены в программе «Подпорная стена» включает в себя:

- Выполнение расчета подпорной стены;
- Изучение форм представления результатов расчета;
- Оформление результатов расчета в пояснительной записке.

# 1. ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ. ПРОГРАММА «ГРУНТ»

## 1.1. Исходными данными для проектирования являются:

- Привязка и относительные отметки скважин;
- Глубина бурения скважин;
- Инженерно-геологические элементы;
- Физические характеристики, определенные исследованиями.


## 1.2. Создание новой задачи и задание характеристик грунтов

Для того чтобы начать работу с программой «ГРУНТ» программного комплекса «МОНОМАХ», выполните следующую команду Windows:

**Пуск ⇒ Программы ⇒ Мономах 4.0 ⇒ 9. Грунт.**

Для того, чтобы создать новую задачу, выполните пункт меню **Файл ⇒ Создать**

(кнопка  на панели инструментов).

Откройте окно диалога **Характеристики грунтов** с помощью меню **Редактирование ⇒ Характеристики грунтов** (кнопка  на панели инструментов).

Для отображения всех столбцов таблицы установите курсор на правую границу окна и увеличьте размеры окна так, чтобы были видны все столбцы таблицы, включая последний столбец **Угол внутреннего трения**.

Характеристики грунтов					
<div> <div>Характеристики грунтов</div> <div> <div>✓</div> <div>→</div> <div>↶</div> </div> <div> <div>Номер грунта</div> <div>для грунтовой подушки</div> </div> <div> <div>?</div> <div>✓</div> </div> </div>					
Глина полутвёрдая					
Номер ИГЭ	Наименование грунта		Природная влажность (доли)	Показатель текучести	Коэффициент пористости
1	Насыпной		0.05	0.20	0.70
2	Песок пылеватый		0.25		0.54
3	Супесь		0.26	1.10	0.72
4	Суглинок тугопластичный		0.17	0.26	0.68
5	Глина полутвёрдая		0.02	0.15	0.80

**Рис. 1 – Окно диалога Характеристики грунтов**

Для отображения большего количества строк установите курсор на нижнюю границу окна и увеличьте размеры окна по вертикали.

Для корректной работы таблиц в программе «Грунт» должен быть установлен разделитель целой и дробной частей чисел в виде "точки". См. кнопка **Пуск ⇒ Настройка ⇒ Язык и региональные стандарты ⇒ Региональные параметры ⇒ Настройка ⇒ Числа.**

В окне диалога **Характеристики грунтов** выполните следующие действия:

- Удалите пять строк с данными за умалчиванием - установите курсор на первую строку таблицы в столбце **Наименование грунта** и щелкните на

кнопке



- Удалить текущую строку;



- Задайте параметры ИГЕ так, как приведено на рис. 1, начиная со столбца **Номер ИГЭ**.

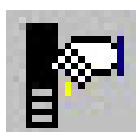
Введенное значение можно корректировать в строке над таблицей. В этой строке дублируется значение текущей ячейки таблицы. Цвет ИГЕ выбирается в стандартном окне диалога **Цвет**. Это окно диалога открывается двойным нажатием мыши в третьем столбце для каждой заданной строки таблицы.

- для упорядочивания строк таблицы, проверки допустимых значений и автоматического определения водонасыщения каждого щелкните на кнопке



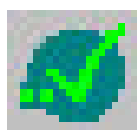
- **Отобразить изменения таблицы**

Водонасыщенность слоя указывается в шестом столбце для каждой заданной строки таблицы. Темное заливание ячейки определяет наличие водонасыщения. Этот параметр определяется автоматически при отжатой кнопке




– **Изменение водонасыщенности/пластичности грунта независимо от численных характеристик**. Если эта кнопка нажата, то наличие водонасыщенности необходимо дополнительно указать щелчком мыши в шестом столбце для каждого заданного ряда таблицы.

- нажмите кнопку



- **Применить**.

Закройте окно диалога **Характеристики грунтов** щелчком на кнопке  **Заккрыть**.

### 1.3. Задание сетки построения

Откройте окно диалога **Сетки** с помощью меню **Редактирование** ⇒

**Сетки** (кнопка  - на панели инструментов).

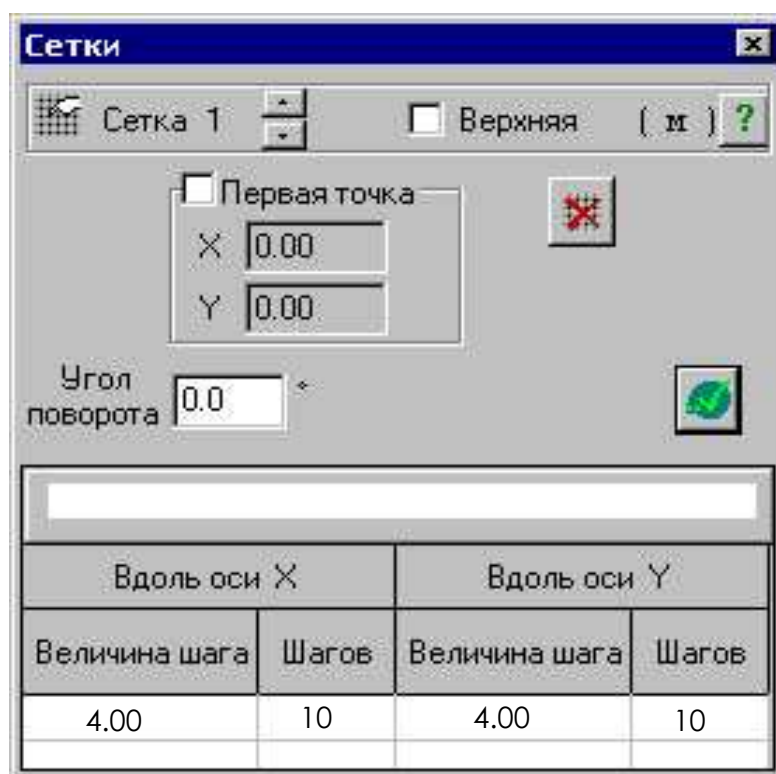
В окне диалога **Сетки** (рис. 2) выполните следующие действия:

- С помощью счетчика **Номер сетки** установите номер **Сетка 1**.

Текущая сетка на схеме будет обозначена розовым цветом.

- Задайте количество шагов вдоль оси X;
- Задайте количество шагов вдоль оси Y.

Введенное значение можно корректировать в строке над таблицей. В этой строке дублируется значение текущей ячейки таблицы.



Вдоль оси X		Вдоль оси Y	
Величина шага	Шагов	Величина шага	Шагов
4.00	10	4.00	10

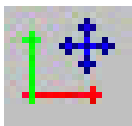
**Рис. 2** – Окно диалога **Сетки**

- другие параметры оставьте по умолчанию.

Заданная сетка охватит размер площадки строительства 40×40 м.

- закройте окно диалога **Сетки** щелчком на кнопке  - **Заккрыть**.

Если при построении понадобится перенести координатный базис, то сделать это можно с помощью меню **Редактирование** ⇒ **Система координат**



⇒ **Изменение** (кнопка на панели инструментов). Для переноса координатного базиса стоит навести курсор мыши на его обозначении и перетянуть в новое место.

#### 1.4. Создание скважин

- Откройте окно диалога **Скважины** с помощью меню **Редактирование** ⇒



**Скважины** (кнопка на панели инструментов);

- Для отображения большего количества строк установите курсор на нижний предел окна и увеличьте размеры окна по вертикали;
- В окне диалога **Скважины** (рис. 3) выполните следующие действия:
  - установите флажок для опции **Координаты**;
  - задайте координату X (согласно варианту задания);
  - задайте координату Y (согласно варианту задания);
  - абсолютная отметка устья скважины;
  - с помощью счетчика **Номер ИГЭ** установите номер **1** для первого слоя скважины №1;
  - задайте глубину залегания в метрах для первого слоя;

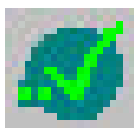
- с помощью счетчика **Номер ИГЭ** устанавливайте следующие номера слоев и задавайте глубину их залегания (количество слоев и глубины их залегания приведено в задании);
- для проверки, упорядочивания строк и подсчета мощностей каждого



го слоя нажмите кнопку - **Отобразить изменения таблицы.**

N	Наименование	Абс.отм. подошвы	Мощность слоя	Глубина залегания
1				
2				
3				
4				
5				

**Рис. 3** – Окно диалога **Скважины** (скважина №1)



- нажмите кнопку - **Применить.**

На схеме появится скважина № 1.


Номера скважин отображаются с помощью меню **Вид ⇒ Флаги рисова-**

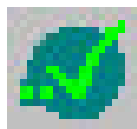
**ния ⇒ Номера скважин** (кнопка  на панели инструментов).

С помощью счетчика номер скважины устанавливается следующий номер скважины и выполняется перечисленный выше алгоритм заполнения окна диалога **Скважины**. Данные для заполнения этого окна диалога приведены в исходных данных.

#### 1.4.1. Корректировка скважин

Для корректировки слоев скважины необходимо сделать ее текущей с помощью счетчика № скважины в окне диалога **Скважины** или выделить скважину на схеме двойным щелчком мыши. После исправления в окне диалога необходимо нажать кнопку **Применить**. Корректировка положения заданной скважины, таким образом, неприемлема, потому что в этом случае происходит копирование скважины. Для корректировки положения скважины добавляйте новую скважину копированием и удалите скважину-оригинал с неправильными координатами с помощью меню **Редактирование ⇒ Удаление вы-**

**бранных скважин** (кнопка  на панели инструментов). Номер скважины-копии после удаления скважины-оригинала можно исправить в окне диалога **Скважины** – задать номер в окне редактирования и нажать кнопку



**Применить.**

#### 1.5. Сохранение информации

Для сохранения информации о модели выполните пункт меню **Файл ⇒**

**Сохранить** (кнопка  на панели инструментов).

В окне диалога, которое открылось **Сохранить как** задайте:

- имя файла;
- выберите папку Monomakh, в которой будет содержаться этот файл (по умолчанию выбирается папка Monomakh);
- после этого щелкните на кнопке **Сохранить**.

На диске в каталоге программного комплекса «МОНОМАХ» будет созданный файл задачи **Имя файла.sld**.

Следующие открытия этого файла выполняются следующим образом:

Впоследствии, для продолжения работы над моделью нужно открывать сохраненный файл модели **Имя файла.sld** с помощью меню **Файл ⇒ Открыть**



(кнопка на панели инструментов).

## **2. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ И РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ. ПРОГРАММА «ФУНДАМЕНТ»**

### **2.1. Исходные данные:**

- Данные о конструкции колонн (сечение колонны, материал колонны, берутся соответственно варианту из индивидуального задания [1]).
- Размеры подколонника (для колонн 0,4×0,4 м и 0,4×0,5 м - размер подколонника - 0,9×0,9 м; для колонн другого сечения - согласно [2]).
- Материал фундамента (бетон класса В20).
- Относительная отметка верха подколонника (- 0,150).
- Относительная отметка глубины заложения подошвы фундамента (берется согласно варианту из индивидуального задания [1]).
- Постоянные расчетные нагрузки на сечение колонны - N, M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, Q<sub>x</sub>, Q<sub>y</sub> (берутся согласно варианту из индивидуального задания [1]).
- Свойства грунтов берутся согласно варианту из индивидуального задания [1] согласно геологическому разрезу.

### **2.2. Создание новой задачи и задание характеристик материалов**

Для того, чтобы начать работу с программой «ФУНДАМЕНТ» программного комплекса МОНОМАХ, выполните следующую команду Windows : **Пуск ⇒ Программы ⇒ Мономах ⇒ 4. Фундамент.**

При запуске программа «ФУНДАМЕНТ» автоматически создает новый документ, потому никаких дополнительных действий для создания задачи выполнять не нужно.

Для того, чтобы создать новую задачу, выполните пункт меню

**Файл ⇒ Создать** (кнопка  на панели инструментов).

Измените материал фундамента с помощью меню



Данные ⇒ Материалы (кнопка на панели инструментов).


В окне диалога, которое открылось **Фундамент - Характеристики материалов** (рис. 1, рис. 2) выполните следующие действия:

- выберите из списка класс бетона плитной части В20 (по умолчанию активная закладка **Бетон**);
- выберите из списка класс бетона подколонника В20;
- нажмите кнопку **Применить**.
- ознакомьтесь с данными, которые приняты по умолчанию, щелкните на других закладках этого окна диалога;

После этого щелкните на кнопке **ОК**.

### 2.3. Задание характеристик грунтов

Задайте характеристики почв с помощью меню **Данные ⇒ Грунты**

(кнопка  на панели инструментов).

В окне диалога, которое открылось, **Фундамент – Характеристики грунтов для расчета по деформациям** (рис. 3) выполните следующие действия:

- задайте толщину первого слоя (м);
- расчетный угол внутреннего трения ( $^{\circ}$ );

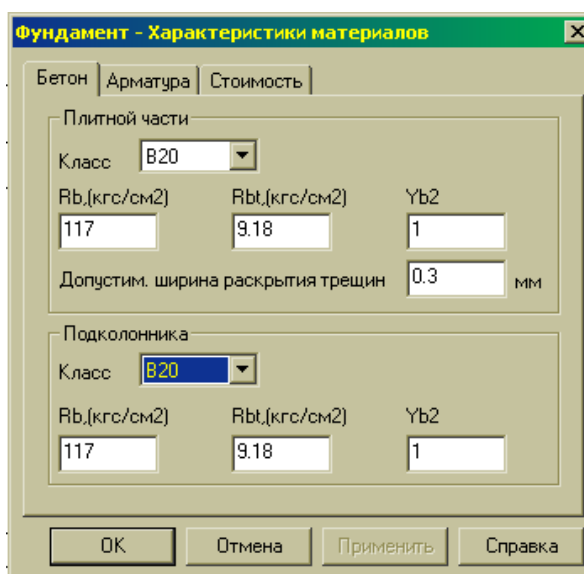


Рис. 4 – Окно диалога **Фундамент - Характеристика материалов** (закладка **Бетон**)



**Фундамент - Характеристики материалов**

Бетон | **Арматура** | Стоимость

Рабочая продольная плитной части1

Класс	Rs,(кгс/см2)	Rsw,(кгс/см2)
AIII	3750	3000

Защитный слой: 7 см

Рабочая продольная подколонника

Класс	Rs,(кгс/см2)	Rsw,(кгс/см2)
AIII	3750	3000

Конструктивная подколонника

Класс	Rs,(кгс/см2)	Rsw,(кгс/см2)
AI	2300	1800

OK Отмена Применить Справка

**Рис. 5 – Окно диалога Фундамент - Характеристика материалов (закладка Арматура)**

- дельный вес почвы (тс/м3);
- расчетное удельное сцепление (тс/м2);
- модуль деформации (тс/м2);
- коэффициент Пуассона;
- коэффициент пористости 0.67;
- множитель  $\gamma_{c1} * \gamma_{c2} / k = 1.1$ ;

**Фундамент - Характеристики грунтов для расчета по деформациям**

Количество заданных слоев: 5 | Номер слоя: 1 | Удельный вес засыпного грунта, тс/м3: 1.6

Суммарная толщина, м: 25 | Толщина слоя, м: 2.3

Ограничение давления на слой, тс/м2: 0

Расчет. угол внутрен. трения, град: 25

Удельный вес грунта, тс/м3: 1.9

Расчет. удельное сцепление, тс/м2: 1.5

Модуль деформации слоя, тс/м2: 1500

Коэффициент Пуассона: 0.3

Коэффициент пористости: 0.8

$\gamma_{c1} * \gamma_{c2} / k$ : 1.1

Для расчета на сейсмику:  $\gamma_{c,eq} / \gamma_n$

☐ Слой просадочный

Сохранить... | Импортировать...

OK Отмена Справка

**Рис. 6 – Окно диалога Фундамент - Характеристики грунтов для расчета по деформациям (слой №1)**

Для задания характеристик второго слоя нажмите на кнопку счетчика номеров слоев (рис. 4) произведете следующие действия:

- задайте толщину второго слоя (м);
- расчетный угол внутреннего трения ( $^{\circ}$ );
- удельный вес почвы (тс/м3);
- расчетное удельное сцепление (тс/м2);
- модуль деформации (тс/м2);
- коэффициент Пуассона;
- коэффициент пористости 0.67;
- множитель  $\gamma_{c1} * \gamma_{c2} / k = 1.1$ ;

**Рис. 7 – Окно диалога Фундамент - Характеристики грунтов для расчета по деформациям (слой №2)**



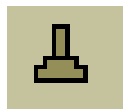
Для задания характеристик следующих слоев нажмите на кнопку счетчика номеров слоев и повторите вышеупомянутые операции для каждого слоя. После этого щелкните на кнопке **ОК**.

Всегда контролируйте суммарную толщину заданных слоев грунта. Она должна быть достаточна для определения глубины сжимаемой толщ.

## 2.4. Задание геометрии

Измените размеры колонны и отметки фундамента с помощью меню **Дан-**

**ные**  $\Rightarrow$  **Геометрия** (кнопка



на панели инструментов).

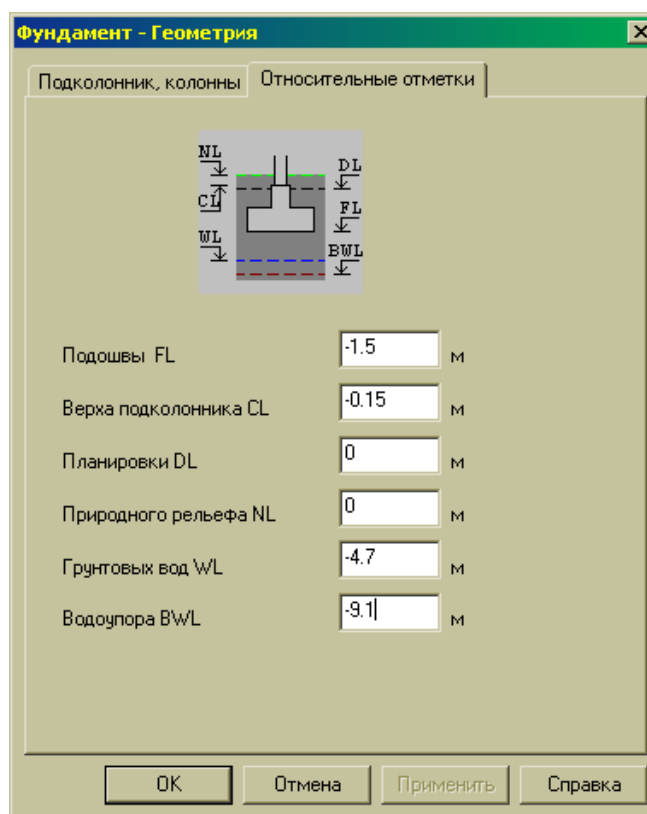
В открывшемся окне диалога **Фундамент—Геометрия** (рис. 5) выполните следующие действия:

- задайте габарит колонны  **$b$  1** (по умолчанию активна закладка **Подколонник, колонны**);
- остальные параметры оставьте по умолчанию;
- нажмите кнопку **Применить**.

**Рис. 8** – Окно диалога **Фундамент Геометрия**  
(закладка **Подколонник, колонны**)

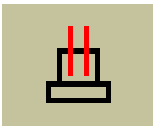
- щелкните на закладке **Относительные отметки** (рис. 6);
- задайте отметку подошвы фундамента;
- отметку верха подколонника – (0.15 м);
- отметку грунтовых вод;
- отметку водоупора ;
- нажмите кнопку **Применить**.

После этого щелкните на кнопке **ОК**.



**Рис. 9 – Окно диалога Фундамент - Геометрия**  
(закладка **Относительные отметки**)

Задайте выпуски в колонну с помощью меню **Данные ⇒ Выпуски**

(кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Фундамент - Выпуски** (рис. 7) выполните следующие действия:

- выберите из списка класс бетона колонны В30;

- сечение колонны;
- класс арматурных выпусков;
- задайте величину защитного слоя бетона ( $a$ );
- количество стержней арматурных выпусков по каждой грани колонны;

После этого щелкните на кнопке **ОК**.

**Рис. 10 – Окно диалога Фундамент - Выпуски**

## 2.5. Задание нагрузок

Задайте нагрузки от колонны с помощью меню **Данные ⇒ Нагрузки ⇒**

**Нагрузки от колонн** (кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Фундамент – Комбинации нагрузок от колонн** (рис. 11) задайте следующие параметры:

- $N$  (т) (по умолчанию активна закладка **Основные сочетания**);

- $M_x$  (тс м);
- $M_y$  (тс м);
- $O_x$  (тс);
- $O_y$  (тс);
- нажмите кнопку **Применить**.

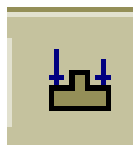
После этого щелкните на кнопке **ОК**.

$M_x$ (тс*м)	$Q_x$ (тс)	$M_y$ (тс*м)	$Q_y$ (тс)	$N$ (тс)
-11	-16.5	-27.5	-5.5	386.9
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

**Рис. 11** – Окно диалога **Фундамент - Комбинации нагрузок от колонн** (закладка **Основные сочетания**)

В программе ФУНДАМЕНТ принято задавать расчетные значения нагрузок с коэффициентом надежности по нагрузке отличным от единицы.

Задайте нагрузки на грунте с помощью меню **Данные ⇒ Нагрузки ⇒**

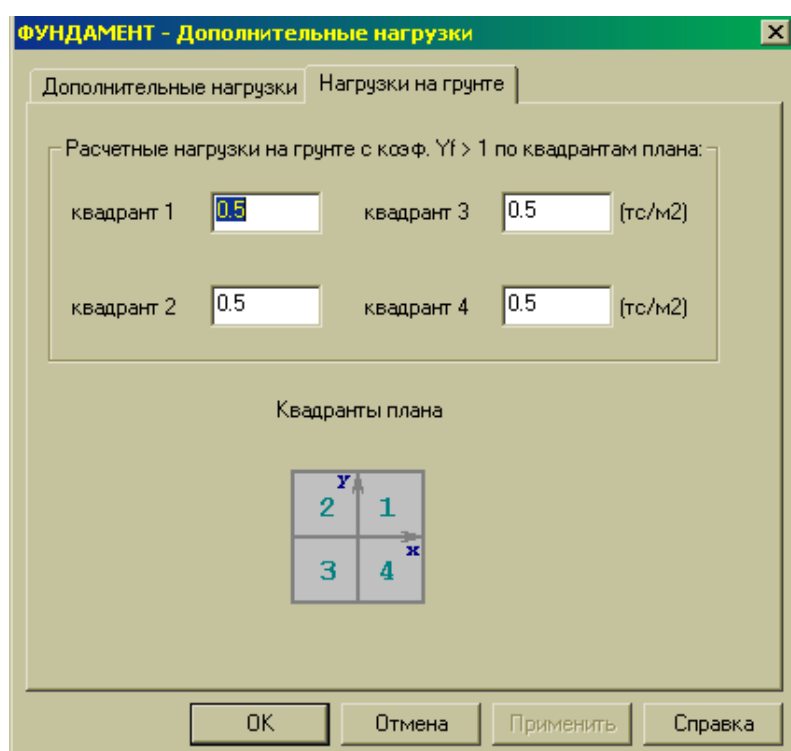


**Дополнительные нагрузки** (кнопка на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Фундамент - Дополнительные нагрузки** (рис. 9) выполните следующие действия:

- щелкните на закладке **Нагрузки на грунте**;
- задайте нагрузку в квадранте 1 (например  $0,5 \text{ тс/м}^2$ );
- задайте нагрузку в квадранте 2
- задайте нагрузку в квадранте 3;
- задайте нагрузку в квадранте 4;
- нажмите кнопку **Применить**.

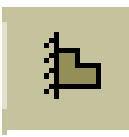
После этого щелкните на кнопке **ОК**.



**Рис. 12** – Окно диалога **Фундамент - Дополнительные нагрузки** (закладка **Нагрузки на грунте**)

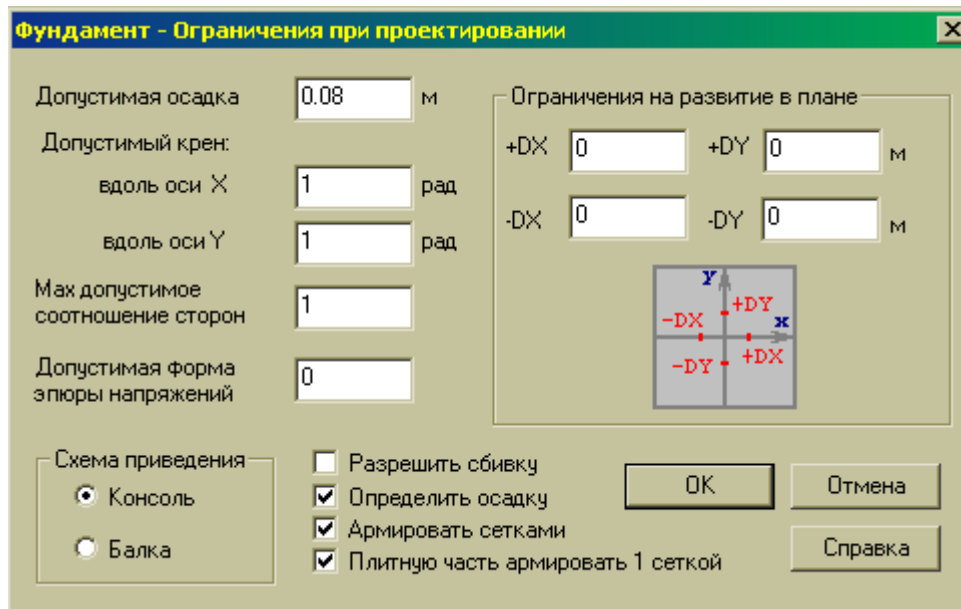
## 2.6. Ограничения при проектировании

Ознакомьтесь с ограничениями при проектировании, принятыми по

умолчанию с помощью меню **Данные ⇒ Ограничения** (кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Фундамент - Ограничения при проектировании** (рис. 13) все параметры оставьте по умолчанию.

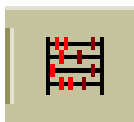
После этого щелкните на кнопке **ОК**



**Рис. 13 – Окно диалога Фундамент – Ограничения при проектировании**

## 2.7. Расчет фундамента

Выполните расчет фундамента с помощью меню **Расчет⇒ Расчет**



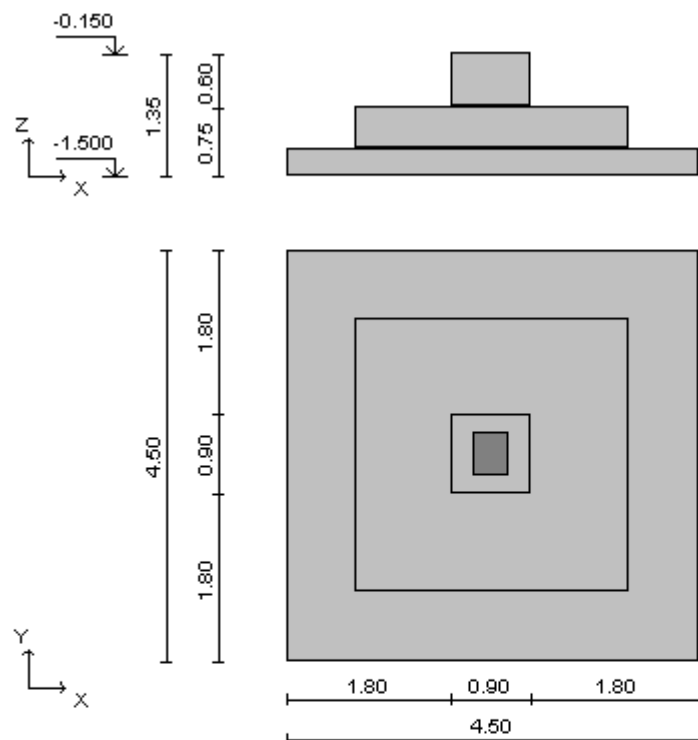
(кнопка на панели инструментов). После расчета схема должна иметь вид, представленный на рис. 11.

## 2.8. Конструирование фундамента

Конструирование монолитного фундамента выполняется автоматически в соответствии с «Руководством по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения)». Принципиальные схемы конструирования арматуры приняты в соответствии действующих норм по проектированию железобетонных конструкций.



Класс бетона В15, В15  
Класс арматуры АIII, АIII, АI



Расчетное давление под подошвой	23.22	тс/м2
Мак напряжение под подошвой	27.21	тс/м2
Среднее напряжение под подошвой	22.52	тс/м2
Мин напряжение под подошвой	17.63	тс/м2
Осадка + просадка	0.052	м
Глубина сжимаемой толщи	8.06	м
Объем бетона	10.61	м3
Вес арматуры	0.58	т

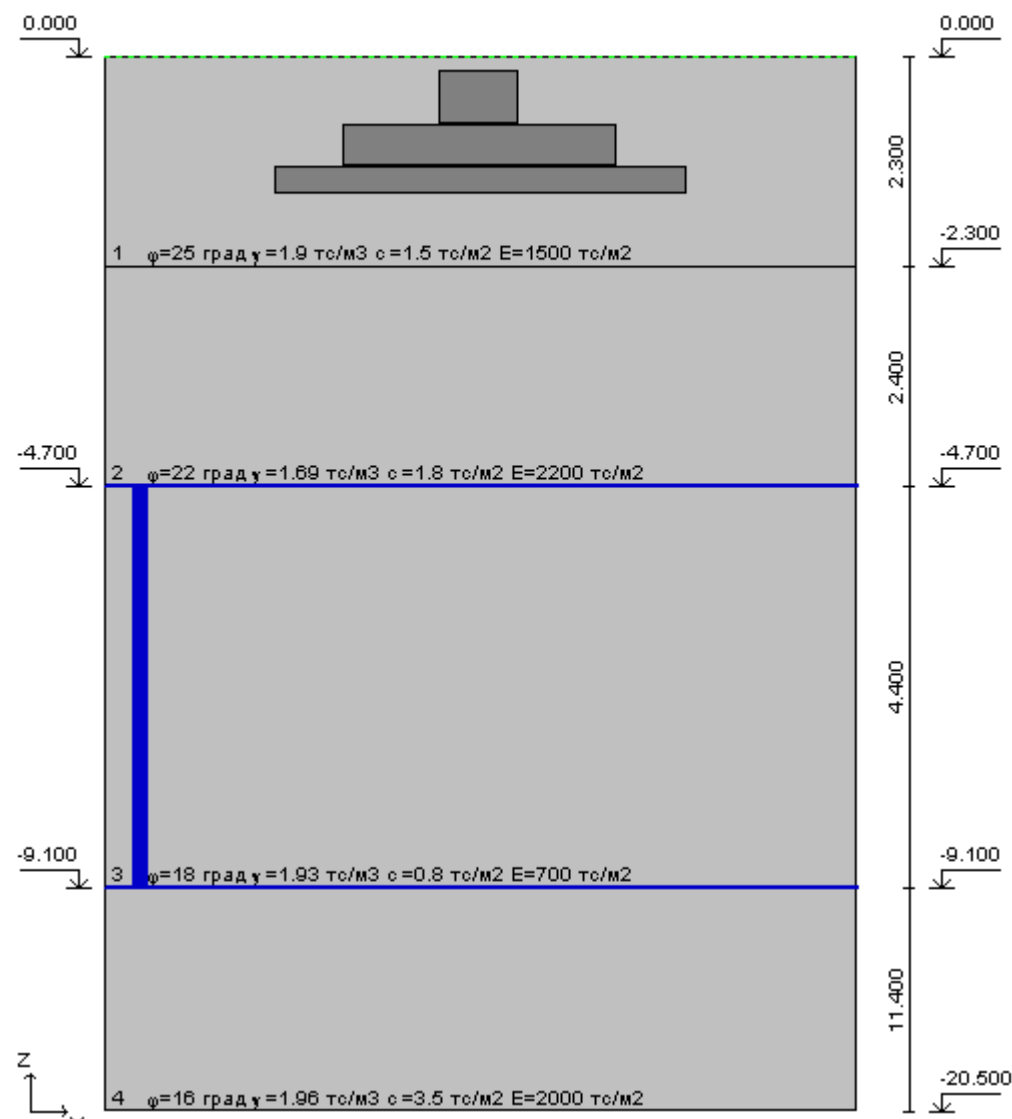


Рис. 11 – Результаты расчета

## 2.9. Формирование и просмотр расчетной записки

Создайте расчетную записку с помощью меню **Результаты ⇒ Расче-**

**ная записка ⇒ Сохранить txt-файл и открыть** (кнопка



на панели инструментов).

На диске в каталоге программного комплекса МОНОМАХ будет создан файл по имени задачи **Фундамент 1 .txt**. Текстовый файл расчетной записки будет открыт в **Блокноте** (см. Приложение 1).

После просмотра и печати расчетной записки закройте файл в **Блокноте**.

## 2.10. Сохранение результатов расчета

В программе ФУНДАМЕНТ результаты расчета хранятся в служебных файлах. При необходимости их можно восстановить, пересчитав задачу.

### 3. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ. ПРОГРАММА «ПЛИТА»

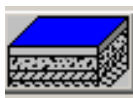
#### 3.1. Создание новой задачи

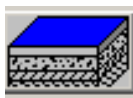
Для того, чтобы создать новую задачу, выполните пункт меню **Файл** ⇒



**Создать** (кнопка на панели инструментов).

В окне диалога **Тип плиты**, что открылось, выполните следующие действия:



- Щелкните на кнопке  - **плита на естественном основании**;
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.
- Откройте окно диалога **Физико-механические характеристики** с помощью меню **Материалы** ⇒ **Физико-механические характеристики**.
- В окне диалога **Физико-механические характеристики** задайте следующие параметры:
  - модуль упругости бетона плиты  $3e+6 \frac{mc}{m^2}$  ;
  - толщину плиты (согласно заданию);
  - остальные параметры оставьте без изменений.
  - после этого щелкните на кнопке **ОК**.

Откройте окно диалога **Характеристики материалов** (рис. 15) с помощью меню **Материалы** ⇒ **Характеристики материалов**.

В окне диалога Характеристики материалов произведите следующие действия:

The dialog box titled 'Физико-механические характеристики' contains the following fields and values:

Параметр	Значение	Единица измерения
Модуль упругости	3e+006	T/m2
Коэффициент Пуассона	0.2	
Толщина плиты	50	cm
Объемный вес	2.5	T/m3
Процент оптимального армирования	1.5	

At the bottom, there is an 'OK' button.

Рис. 14 – Окно диалога **Физико-механические характеристики**

The dialog box titled 'Характеристики материалов' is divided into two main sections: 'Бетон' and 'Арматура'.

**Бетон:**

- Класс: B30 (dropdown)
- Вид: Тяжелый (dropdown)
- Марка легкого бетона: 800 (dropdown)
- Условия твердения: Естественное (dropdown)
- Условия эксплуатации: Благоприятные (dropdown)
- Кэф. усл. работы: KP1 = 1, KP2 = 1 (input fields)
- Ширина раскр. трещин, мм: Непродолжител. = 0.4, Продолжител. = 0.3 (input fields)
- Расст. до центров тяжести прод. арматуры, см: От нижней грани = 2, От верхней грани = 2 (input fields)
- Расчет по раскрытию трещин: ☒ (checkbox)
- Агрессивность среды: Неагрессивная (dropdown)

**Арматура:**

- Норматив: (dropdown)
- Классы: Продольная вдоль X1 = AIII, Продольная вдоль Y1 = AIII, Поперечная = AIII (dropdowns)
- Кэф. работы: 1 (input field)
- Кэф. сейсм. воздей.: МКР1 = 1, МКР2 = 1 (input fields)

Buttons: OK, Отмена.

Рис. 15 – Окно диалога **Характеристики материалов**

- выберите из списка класс бетона плит В30;
- установите флажок для опции **Расчет по раскрытию трещин**;
- остальные параметры оставьте без изменений;
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

При наличии любых других элементов плиты откройте окно диалога **Характеристики материалов вторых элементов** с помощью меню **Материалы** ⇒ **Характеристики материалов вторых элементов**.

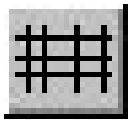
В окне диалога **Характеристики материалов вторых элементов** произведите следующие действия:

- выберите из списка класс бетона дополнительного элемента;
- выберите из списка класс продольной арматуры;
- щелкните на кнопке **Назначить** – текущая строка будет изменена;
- остальные параметры оставьте без изменений.
- после этого щелкните на кнопке **ОК**.

При расчете следует обратить внимание на такие параметры как собственный вес и модуль упругости дополнительных элементов.

### 3.2. Задание сетки построения и настройка координатной сетки

Откройте окно диалога **Декартова сетка** с помощью меню **Геометрия**

⇒ **Сеть** ⇒ **Добавит фрагмент декартовой сетки** (кнопка  на панели инструментов).

- В окне диалога **Декартова сетка** (рис. 16) задайте параметры разбивки сетки по осям X и Y, а именно, задайте шаг сетки (см) и количество шагов;
- Остальные параметры оставьте без изменений;

- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

### 3.2.1. Настройка координатной сетки

Координатная сетка дает множество дополнительных точек, которые можно указать на схеме мышкой. Эта сетка привязана к текущему положению системы координат. Текущее положение системы координат можно изменять.

- Откройте окно диалога **Декартова сеть** с помощью меню **Геометрия**


⇒ **Сеть** ⇒ **Параметры координатной сетки** (кнопка  на панели инструментов).



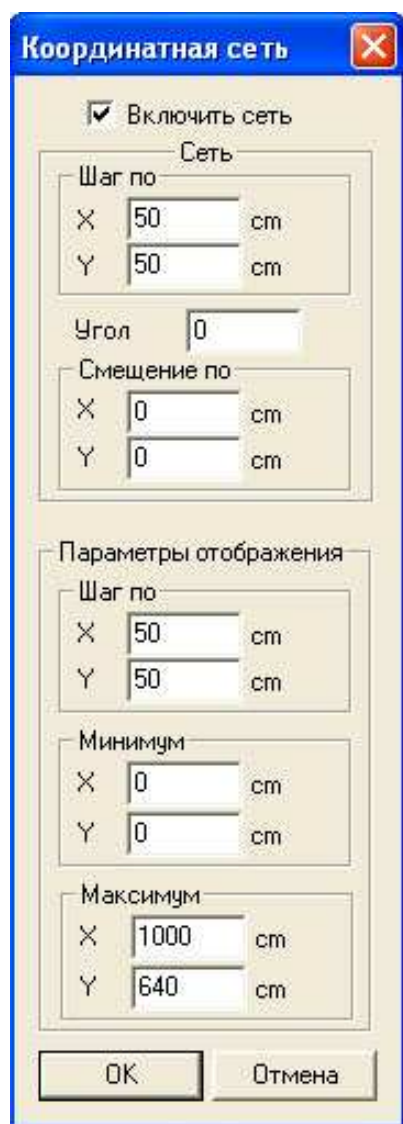
**Рис. 16** – Окно диалога **Декартова сеть**

В окне диалога **Параметры координатной сетки** (рис. 12) уточните следующие параметры:

- параметры отображения, максимум по осе X;
- параметры отображения, максимум по осе Y;

- После этого щелкните на кнопке **ОК**.
- Установите обозначение отображения этой сетки с помощью меню **Вид** ⇒ **Отобразить объекты** ⇒ **Координатная сетка** (кнопка на панели инструментов **Визуализация**).
- Перерисуйте схему с помощью меню **Вид** ⇒ **Перерисовать** (кнопка  на панели инструментов).

Координатная сетка охватит заданную сетку построения (рис. 19).

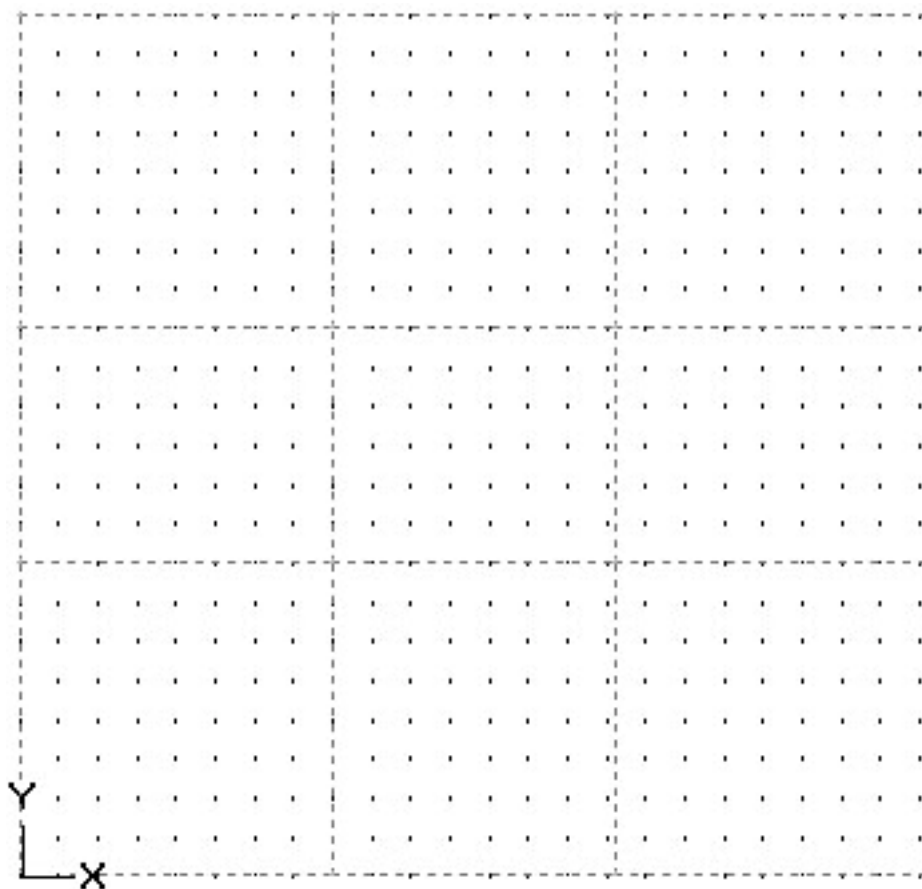


**Рис. 17** – Окно диалога  
**Параметры координатной сети**



**Рис. 18** – Панель инструментов  
**Визуализация**

В дальнейшей работе с схемой отображения координатной сетки, так же, как и других элементов схемы, можно временно отключать, если они мешают выполнению той или другой операции.



**Рис. 19** – Сетка построения и координатная сетка

### 3.3. Задание контура плиты

- Задайте контур плиты с помощью меню **Геометрия**  $\Rightarrow$  **Плита**  $\Rightarrow$



**Создать контур** (кнопка на панели инструментов);

- В окне диалога **Толщина плиты** задайте толщину плиты;
- Укажите на схеме характерные точки углов плиты. Последняя точка должна совпадать с первой;
- Контур плиты будет замкнут.




### 3.3.1. Просмотр заданной толщины плиты

Установите признак отображения заданной толщины плиты с помощью меню **Вид**  $\Rightarrow$  **Отобразить объекты**  $\Rightarrow$  **Толщина плиты**  $\Rightarrow$  **Заданная тол-**

**щина** (кнопка  на панели инструментов);

### 3.4. Задание нагрузок на плиту

#### 3.4.1. Учет собственного веса плиты

Для учета собственного веса при расчете плиты должна быть установленная опция **Нагрузки**  $\Rightarrow$  **Учет собственного веса плиты** (кнопка  на панели инструментов).

#### 3.4.2. Задание равномерно распределенной нагрузки

- Для задания постоянной загрузки выполните пункт меню **Нагрузки**

$\Rightarrow$  **Постоянное** (кнопка  на панели инструментов);

- Задайте постоянную равномерно распределенную нагрузку с помощью меню **Нагрузки**  $\Rightarrow$  **Добавит**  $\Rightarrow$  **Равномерно распределенная по пли-**

**те** (кнопка  на панели инструментов);

- В окне диалога **Нагрузки** задайте величину нагрузки;
- Щелкните на схеме внутри контура плиты.

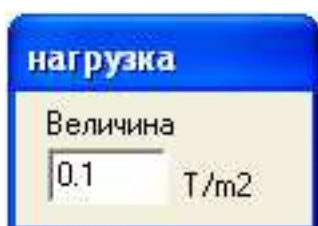


Рис. 20 – Окно диалога **Нагрузка**

Постоянная равномерно распределенная нагрузка по всей плите будет задана.

### 3.4.3. Задание коэффициентов надежности по нагрузкой

В программе «ПЛИТА» принято задавать нормативные значения нагрузок с коэффициентом надежности за нагрузкой равной единицы ( $\gamma_f = 1$ ). Коэффициенты надежности за нагрузкой задаются в отдельной таблице с помощью меню **Нагрузки  $\Rightarrow$  Коэффициенты**.

Коэффициенты/ Нагрузки	Постоянная	Длительная	Кратковременная	Сейсмическая	Ветровая
Надежности	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4
Длительности	1	1	0.35	0	0
1-е основное сочетание	1	1	1	0	1
2-е основное сочетание	1	0.95	0.9	0	0.9
3-е особое сочетание	0.9	0.8	0.5	1	0
Надежности по ответственности	1				

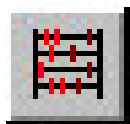
Сброс OK Отмена

Рис. 21 – Окно диалога **Коэффициенты**

## 3.5. Расчет плиты и пересмотр результатов расчета

### 3.5.1. Расчет плиты

Выполните расчет плиты с помощью меню **Расчет  $\Rightarrow$  Расчет** (кнопка



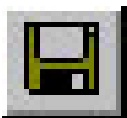
на панели инструментов). В окне диалога **Триангуляция** задайте шаг триангуляции - 50 см. После этого щелкните на кнопке **ОК**.

В процессе расчета в программе «ПЛИТА» автоматически формируется расчетная конечно-элементная схема с учетом заданного шага триангуля-

ции. Расчет (статический) выполняется расчетным процессором согласно методу конечных элементов.

### 3.5.2. Сохранение результатов расчета

При сохранении модели с помощью меню **Файл  $\Rightarrow$  Сохранить**



(кнопка на панели инструментов) в файле **\*.plt** хранятся и результаты расчета.


### 3.5.3. Просмотр изополей перемещений, изгибающих моментов и поперечных сил

- Отобразите изополя перемещений с помощью меню **Результаты  $\Rightarrow$**



**Перемещения** (кнопка на панели инструментов).

Изополя перемещений строятся как линии, которые огибают точки значений. При пересмотре перемещений приводятся их расчетные значения.

- Отобразите изополя изгибающих моментов и поперечных сил по очереди, выполняя команды меню **Результаты  $\Rightarrow$  Усилия  $\Rightarrow$  Моменты  $M_x$ ; Моменты  $M_y$ ; Моменты  $M_{xy}$ ; Перерезывающие силы  $Q_x$ ; Перерезывающие силы  $Q_y$**  (кнопки  на панели инструментов).

### 3.5.4. Просмотр изополей усилий



Отобразите изополя усилий в сваях с помощью меню **Результаты  $\Rightarrow$  Усилия  $\Rightarrow$  Реакции  $R_z$**  (кнопка на панели инструментов).

### 3.5.5. Просмотр изополей верхнего и нижнего армирования плиты

- Для отображения верхнего (нижнего) армирования плиты выполните пункт меню **Результаты ⇒ Верхняя арматура** (**нижняя арматура**) (кноп-

ки ,  на панели инструментов);

- Поочередно отобразите изополя расчетного верхнего (нижнего) армирования  $A_x$  и  $A_y$  плиты с помощью меню **Результаты ⇒ Режим ото-**

**бражения арматуры ⇒ Изополя вдоль оси X** (кнопки ,  на панели инструментов).

### 3.6. Формирование и просмотр расчетной записки

- Создайте расчетную записку с помощью меню **Результаты ⇒ Расчетная записка ⇒ Сохранить html -файл и открыть** (кнопка на панели инструментов);

- Далее в окне диалога **Параметры расчетной записки** все параметры оставьте без изменений;

- После этого нажмите кнопку **ОК**.

Файл расчетной записки **Фунд\_Плита1.htm** будет сохранен на диске в каталоге **Data** программного комплекса «МОНОМАХ». Он откроется в окне Internet Explorer (или подобной программы).


### 3.7. Конструирование плиты


Конструирование плиты выполняется в интерактивном диалоге с пользователем.

### 3.7.1. Раскладка стержней основного армирования на заданном участке

Заданный участок армирования стержнями можно включить в одну из категорий - основное армирование или вспомогательное. Как правило, участок, который задан на весь контур плиты, должен быть отнесен к основному армированию.

Рассмотрим пример для верхнего армирования.

- Активизируйте отображение верхнего расчетного армирования с помощью меню **Результаты ⇒ Верхняя арматура** (кнопка  на панели инструментов);

- Назначьте участок раскладки стержней (основное армирование) на весь контур плиты с помощью меню **Конструирование ⇒ Раскладка сеток и стержней ⇒ Прямоугольный контур** (кнопка  на панели инструментов);

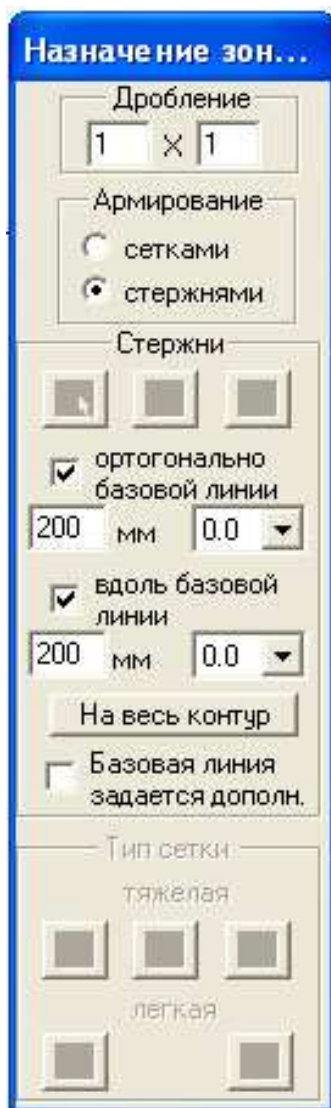
- В окне диалога **Назначение зоны армирования** произведите следующие действия:

- выберите из списка диаметр стержней, которые будут разложены ортогонально базовой линии;
- выберите из списка диаметр стержней, которые будут разложены вдоль базовой линии;
- другие параметры оставьте без изменений.
- нажмите на кнопку **На весь контур**.

- В окне диалога **Назначение сеток и стержней** произведите следующие действия:

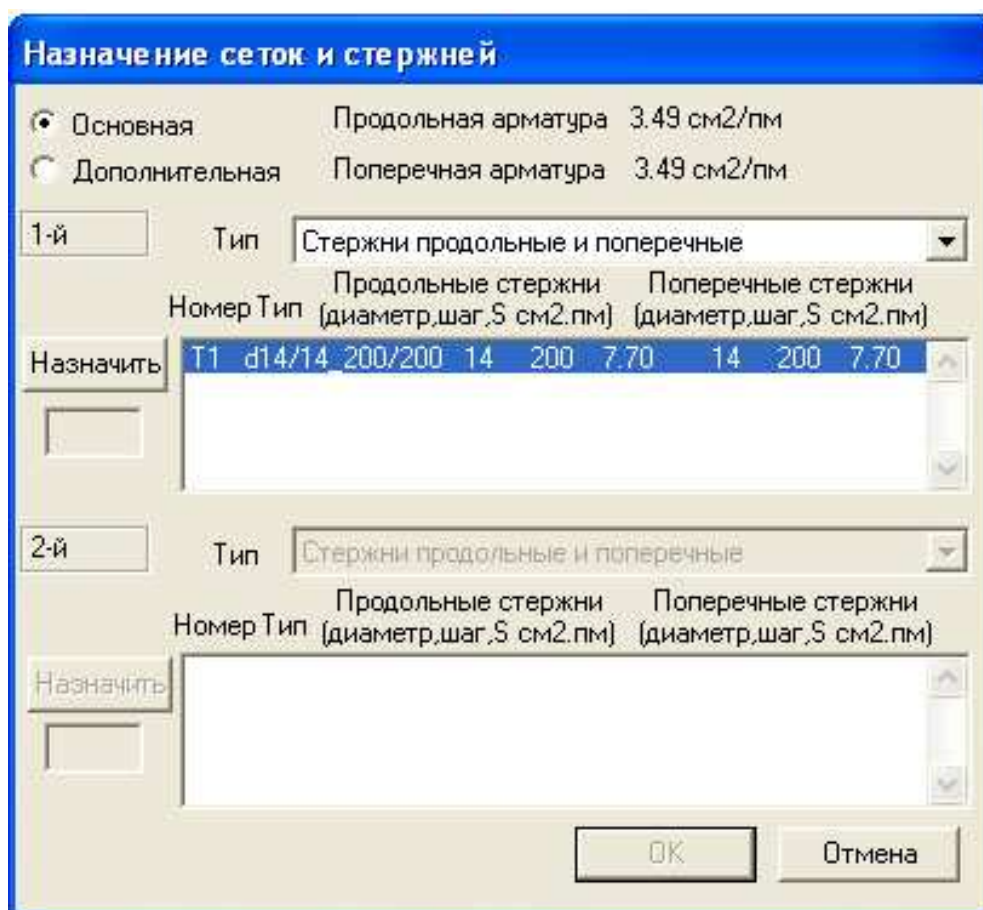
- убедитесь что избранная опция **Основная**;
- нажмите кнопку **Назначить** для первого слоя армирование;

- другие параметры оставьте без изменений.
- После этого нажмите на кнопку **ОК**.



**Рис. 22** – Окно диалога **Назначение зоны армирования**

Ориентацию стержней на участке раскладки определяет базовая линия - продольные стержни будут разложены перпендикулярно этой линии, а поперечные - вдоль этой линии. При разложении стержней ее можно указать произвольно относительно положения участка. На схеме базовая линия рисуется синим цветом.



**Рис. 23** — Окно диалога **Назначение сеток и стержней**

Назначение сеток на заданных участках разложения является менее удобным, так как невозможно предварительно задавать диаметры стержней, и потому сложно разделить армирование на основное и вспомогательное.

При армировании в два слоя ячейка, в которой принято это армирование, штрихуется наклонной линией.

### 3.7.2. Сохранение результатов конструирования

При сохранении модели с помощью меню **Файл** ⇒ **Сохранить** (кнопка



на панели инструментов) в файле **\*.plt** хранятся и результаты расчета.

## 4. РАСЧЕТ СВАЙНОГО ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА.

### ПРОГРАММА «ПЛИТА»

Для того, чтобы начать работу с программой «Плита» программного комплекса "Мономах", выполните следующую команду Windows :

**Пуск ⇒ Программы ⇒ Мономах 4.0 ⇒ 6. Плита**

#### 4.1. Создание новой задачи

Для того, чтобы создать новую задачу, выполните пункт меню **Файл ⇒**

**Создать** (кнопка  на панели инструментов).

В окне диалога **Тип плиты**, что открылось, произведите следующие действия:

- Щелкните на кнопке  - **плита на свайном поле**;
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

#### Задание характеристик материалов

- Откройте окно диалога **Физико-механические характеристики** с помощью меню **Материалы ⇒ Физико-механические характеристики**.
- В окне диалога **Физико-механические характеристики** задайте следующие параметры:
  - модуль упругости бетона плиты  $E_b$  ;
  - толщину плиты (согласно заданию);
  - остальные параметры оставьте без изменений.
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.



**Физико-механические характеристики**

Модуль упругости: 3e+006 T/m<sup>2</sup>

Коэффициент Пуассона: 0.2

Толщина плиты: 50 cm

Объемный вес: 2.5 T/m<sup>3</sup>

Процент оптимального армирования: 1.5

OK

**Рис. 24** – Окно диалога **Физико-механические характеристики**

- Откройте окно диалога **Характеристики материалов** (рис. 25) с помощью меню **Материалы** ⇒ **Характеристики материалов**.

**Характеристики материалов**

**Бетон**

Класс: B30 Вид: Тяжелый

Марка легкого бетона: 800

Условия твердения: Естественное

Условия эксплуатации: Благоприятные

Кэф. усл. работы: Kp1: 1 Kp2: 1

Ширина раскр. трещин, мм: Непродолжител. 0.4 Продолжител. 0.3

Расст. до центров тяжести прод. арматуры, см: От нижней грани 2 От верхней грани 2

☒ Расчет по раскрытию трещин

Агрессивность среды: Неагрессивная

**Арматура**

Норматив: [dropdown]

Классы: Продольная вдоль X1: AIII Продольная вдоль Y1: AIII Поперечная: AIII

Кэф. работы: 1

Кэф. сейсм. воздей.: MKP1: 1 MKP2: 1

OK Отмена

**Рис. 25** – Окно диалога **Характеристики материалов**

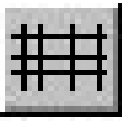
В окне диалога **Характеристики материалов** произведите следующие действия:

- выберите из списка класс бетона плит В30;
  - установите флажок для опции **Расчет по раскрытию трещин**;
  - остальные параметры оставьте без изменений.
  - после этого щелкните на кнопке **ОК**.
- При наличии любых других элементов плиты откройте окно диалога **Характеристики материалов вторых элементов** с помощью меню **Материалы** ⇒ **Характеристики материалов вторых элементов**.
  - В окне диалога **Характеристики материалов вторых элементов** произведите следующие действия:
    - выберите из списка класс бетона дополнительного элемента;
    - выберите из списка класс продольной арматуры;
    - щелкните на кнопке **Назначить** - текущая строка будет изменена;
    - остальные параметры оставьте без изменений.
    - После этого щелкните на кнопке **ОК**.

При расчете следует обратить внимание на такие параметры как собственный вес и модуль упругости дополнительных элементов.

## 4.2. Задание сетки построения и настройка координатной сетки

### 4.2.1. Задание сетки построения


- Откройте окно диалога **Декартова сетка** с помощью меню **Геометрия** ⇒ **Сетка** ⇒ **Добавит фрагмент декартовой сетки** (кнопка  на панели инструментов).

- В окне диалога **Декартова сеть** (рис. 26) задайте параметры разбивки сетки по осям X и Y, а именно, задайте шаг сетки (см) и количество шагов.
- Остальные параметры оставьте без изменений.
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

**Рис. 26** – Окно диалога **Декартова сеть**

#### 4.2.2. Настройка координатной сетки

Координатная сетка дает множество дополнительных точек, которые можно указать на схеме мышкой. Эта сетка привязана к текущему положению системы координат. Текущее положение системы координат можно изменять.


- Откройте окно диалога **Декартова сетка** с помощью меню **Геометрия**  $\Rightarrow$  **Сетка**  $\Rightarrow$  **Параметры координатной сетки** (кнопка  на панели инструментов).


- В окне диалога **Параметры координатной сетки** (рис. 31) уточните следующие параметры:

- параметры отображения, максимум по оси X;

- параметры отображения, максимум по оси Y;

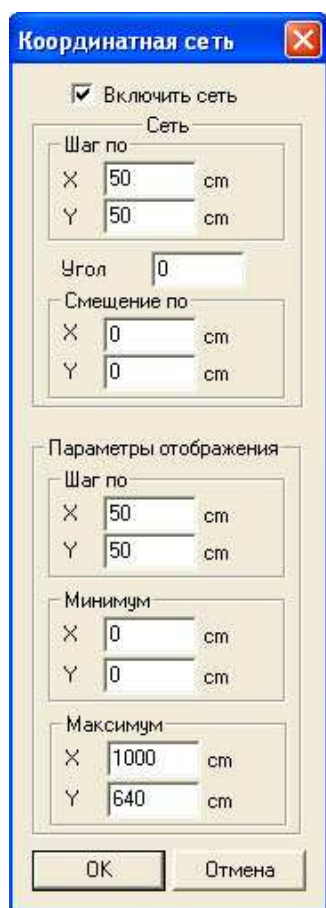
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

- Установите признак отображения этой сетки с помощью меню **Вид**  $\Rightarrow$  **Отобразить объекты**  $\Rightarrow$  **Координатная сетка** (кнопка  на панели инструментов Визуализация).

Перерисуйте схему с помощью меню **Вид**  $\Rightarrow$  **Перерисовать** (кнопка  на панели инструментов).

Координатная сетка охватит заданную сетку построения (рис. 33).

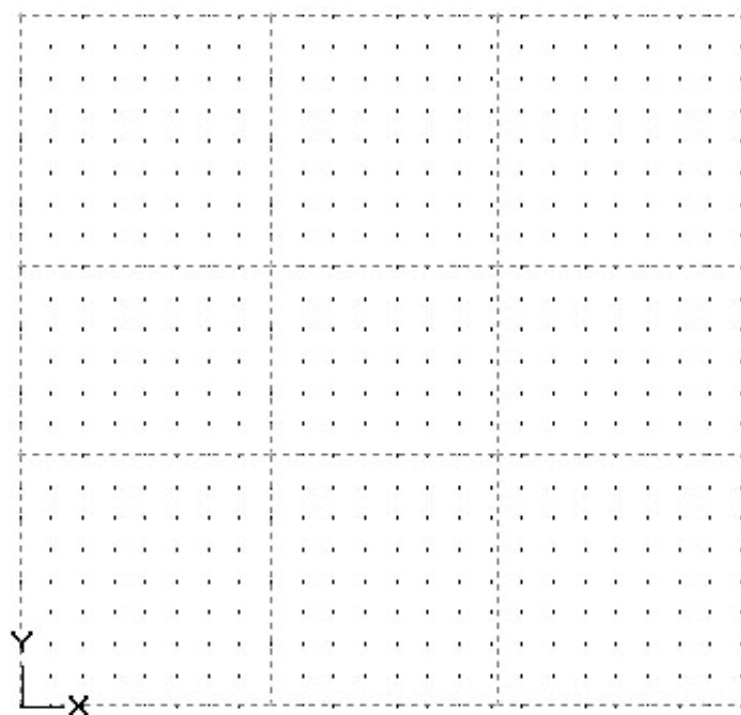
В дальнейшей работе со схемой отображения координатной сетки, так же, как и других элементов схемы, можно временно отключать, если они мешают выполнению той или другой операции.



**Рис. 27** – Окно диалога  
Параметры координатной сети



**Рис. 28** – Панель инструментов  
Визуализация




**Рис. 29** – Сетка построения и координационная сеть

### 4.3. Задание свай

#### 4.3.1. Задание отдельной сваи или куста свай

- Задайте параметры и положения колонн с помощью меню **Гео-**

**метрия** ⇒ **Добавить** ⇒ **Добавить сваю** (кнопка  на панели инструментов).

- В окне диалога, которое открылось, произведите следующие действия:

Если из списка жесткости вы выбираете меню **Геометрия** :

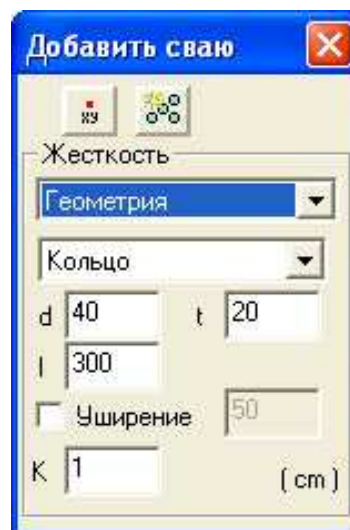
- выберите форму сечения сваи;
- задайте ширину сечения **b**;
- задайте высоту пересечения **h**;
- задайте длину сваи **l**;
- остальные параметры оставьте без изменений.

Для жесткости **Геометрия** материалом свай является железобетон с модулем упругости  $E=3000000$ .

Если из списка жесткости вы выбираете меню **Несущая способность**:

- задайте нагрузку на сваю;
- задайте величину осадки.

**Рис. 30** – Окно диалога  
**Добавить сваю**



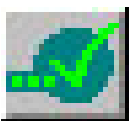
Задать положение свай в окне диалога **Добавить сваю** можно двумя способами:

### Первый:



- В окне диалога нажмите кнопку **Добавить куст свай**;
- В окне диалога **Добавить куст свай** выполните следующие действия:

- задайте шаг свай по оси X;
- шаг свай по оси Y;
- количество шагов по X;
- количество шагов по Y;
- способ расположения свай;
- остальные параметры оставьте без изменений;



- нажмите кнопку **Применить**.

### Второй:



- В окне диалога **Добавить сваю** нажмите кнопку **Указать координаты**;

• В окне диалога **Указать координаты постепенно**, для каждой сваи, задавайте координаты X и Y. Для отображения новой сваи нажмите



кнопку **Применить**.



**Рис. 31 – Окно диалога  
Добавить куст свай**

- На плане будет задано поле свай.

Задавать положение свай можно также "вручную". Для этого надо открыть меню **Геометрия**  $\Rightarrow$  **Добавить**  $\Rightarrow$  **Добавить сваю**, нанести все необходимые параметры сваи, как описано выше, и задавать положение свай путем наведения курсора на узлы декартовой сетки и нажатием левой кнопки мыши.

Независимо от избранной формы сечения, сваи на схеме всегда отображаются окружностями.

При необходимости можно выполнить перенесение или поворот системы координат с помощью меню **Схема**  $\Rightarrow$  **Система координат**  $\Rightarrow$  **Перенос и Схема**  $\Rightarrow$  **Система координат**  $\Rightarrow$  **Поворот** соответственно.

Команду **Поворот системы координат** можно также найти в контекстном меню, которое открывается нажатием правой кнопки мышки.



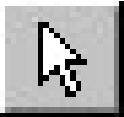

### 4.3.2. Удаление свай

Удалить сваю можно двумя способами:


#### Первый:

- Выполните пункт меню **Геометрия ⇒ Удалить ⇒ Сваю**;
- После активизации данного режима укажите нужную сваю на схеме. Свая будет удалена;
- Для деактивации данного режима выполните ту же последовательность действий.

#### Второй:

- Щелкните на кнопке **Выбрать элементы** (кнопка  на панели инструментов);
- После активизации данного режима укажите нужную сваю на схеме. Выбранная свая обозначится красным;
- Удалите обозначенный элемент нажатием кнопки **Удалить выбранные элементы** (кнопка  на панели инструментов).

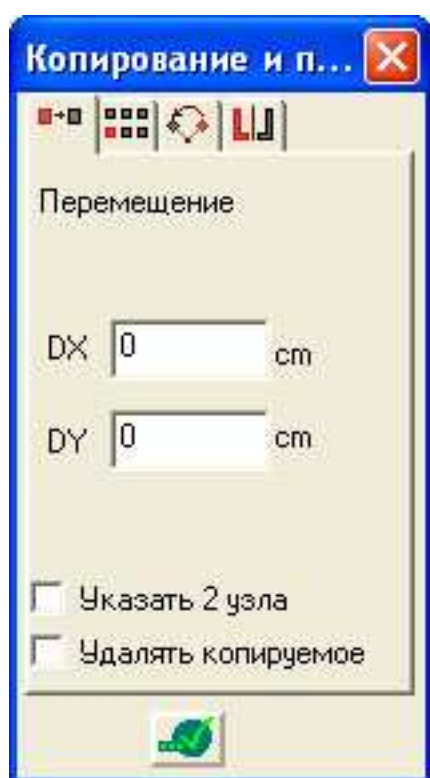
### 4.3.3. Копирование и перенос свай

- Откройте окно диалога **Копирование и перенос** с помощью меню **Геометрия ⇒ Корректировка ⇒ Копирование и перенос** (кнопка  на панели инструментов);
- Выберите закладку **Перемещение** в окне диалога, которое открыто;

- Путем наведения курсора и нажатием левой кнопки мыши выберите нужную для переноса или копирования сваю. Избранная свая обозначается красным;
- Задайте шаги переноса или копирования относительно избранной сваи (DX и DY);



- Нажмите кнопку  - **Применить**.




**Рис. 32** – Окно диалога  
**Копирование и перенос**  
(закладка **Перемещение**)

По умолчанию программа выполнит копирование сваи. Для того, чтобы выполнить перенос сваи надо поставить флажок в строке **Удалять копируемое**, что расположен в нижней части закладки **Перемещение**.

#### 4.3.4. Обозначение свай на схеме

Включить отображение номеров свай на схеме можно сначала нажав


кнопку  - **Сваи: Номера** (панель инструментов **Визуализация**), а по-

том - кнопку  - **Перерисовать**.

#### 4.4. Задание плиты

##### 4.4.1. Задание контура плиты

- Задайте контур плиты с помощью меню **Геометрия ⇒ Плита ⇒**

**Создать контур** (кнопка  на панели инструментов);

- В окне диалога **Толщина плиты** задайте толщину плиты;
- Укажите на схеме характерные точки углов плиты. Последняя точка должна совпадать с первой;
- Контур плиты будет замкнут.

##### 4.4.2. Просмотр заданной толщины плиты

- Установите признак отображения заданной толщины плиты с помощью меню **Вид ⇒ Отобразить объекты ⇒ Толщина плиты ⇒ Заданная**

**толщина** (кнопка  на панели инструментов).

## 4.5. Задание нагрузок на плиту

### 4.5.1. Учет собственного веса плиты

- Для учета собственного веса при расчете плиты должна быть установленная опция **Нагрузки  $\Rightarrow$  Учет собственного веса плиты** (нажата



кнопка на панели инструментов).

### 4.5.2. Задание равномерно распределенной нагрузки

- Для задания нагрузок постоянной загрузки выполните пункт меню **Нагрузки  $\Rightarrow$  Постоянное** (кнопка  на панели инструментов);

- Задайте постоянную равномерно распределенную нагрузку с помощью меню **Нагрузки  $\Rightarrow$  Добавит  $\Rightarrow$  Равномерно распределенная по**



плите (кнопка на панели инструментов);

- В окне диалога **Нагрузки** задайте величину нагрузки;

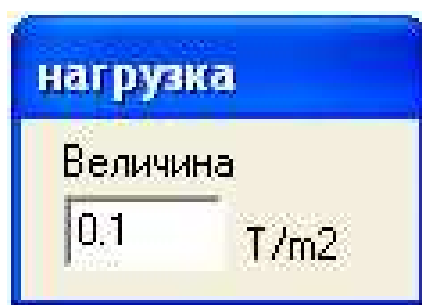


Рис. 33 – Окно диалога **Нагрузка**

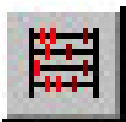
- Щелкните на схеме внутри контура плиты;
- Постоянная равномерно распределенная нагрузка по всей плите будет задана.

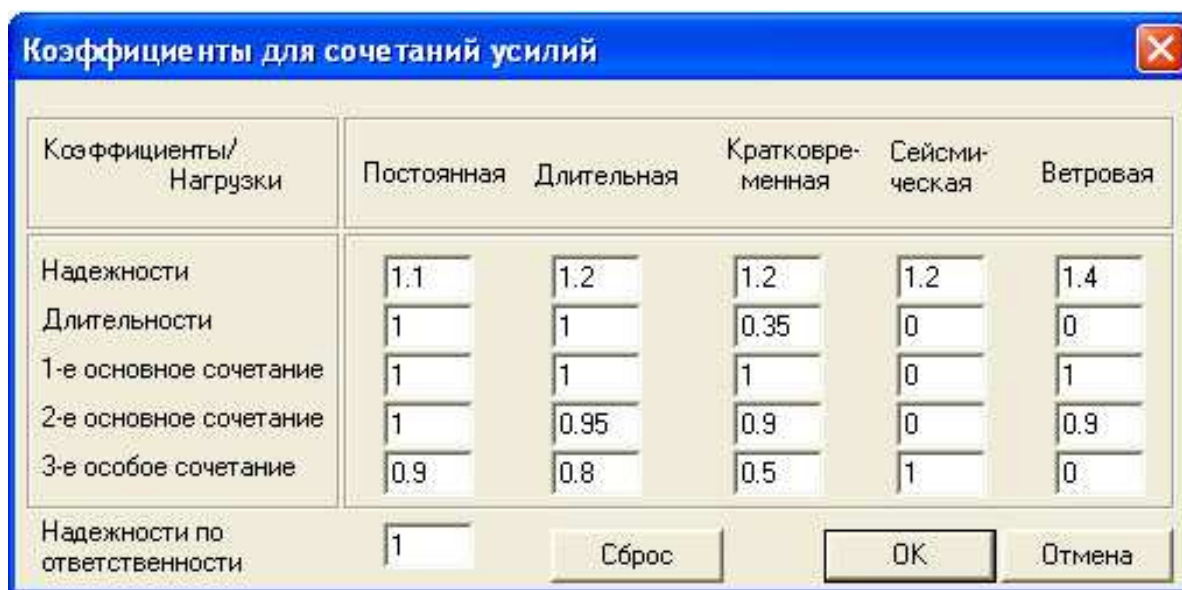
### 4.5.3. Задание коэффициентов надежности за нагрузкой

В программе «ПЛИТА» принято задавать нормативные значения нагрузок с коэффициентом надежности по нагрузке равной единицы ( $\gamma_f=1$ ). Коэффициенты надежности по нагрузке задаются в отдельной таблице с помощью меню **Нагрузки  $\Rightarrow$  Коэффициенты**.

## 4.6. Расчет плиты и пересмотр результатов расчета

### 4.6.1. Расчет плиты

Выполните расчет плиты с помощью меню **Расчет  $\Rightarrow$  Расчет** (кнопка  на панели инструментов). В окне диалога **Триангуляция** задайте шаг триангуляции - 50 см. После этого щелкните на кнопке **ОК**.



Коэффициенты/ Нагрузки	Постоянная	Длительная	Кратковременная	Сейсмическая	Ветровая
Надежности	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4
Длительности	1	1	0.35	0	0
1-е основное сочетание	1	1	1	0	1
2-е основное сочетание	1	0.95	0.9	0	0.9
3-е особое сочетание	0.9	0.8	0.5	1	0
Надежности по ответственности	1				

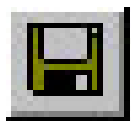
Сброс OK Отмена

**Рис. 34** – Окно диалога **Коэффициенты**

В процессе расчета в программе «ПЛИТА» автоматически формируется расчетная конечно элементная схема с учетом заданного шага триангуляции. Расчет (статический) выполняется расчетным процессором согласно методу конечных элементов.

#### 4.6.2. Сохранение результатов расчета

При сохранении модели с помощью меню **Файл**  $\Rightarrow$  **Сохранить** (кнопка



на панели инструментов) в файле **\*.plt** хранятся и результаты расчета.

#### 4.6.3. Просмотр изополей перемещений, изгибающих моментов и поперечных сил

- Отобразите изополя перемещений с помощью меню **Результаты**



$\Rightarrow$  **Перемещения** (кнопка на панели инструментов).

Изополя перемещений строятся как линии, которые огибают точки значений. При пересмотре перемещений приводятся их расчетные значения.

- Отобразите изополя изгибающих моментов и поперечных сил по очереди выполняя команды меню **Результаты**  $\Rightarrow$  **Усилия**  $\Rightarrow$  **Моменты  $M_x$** ; **Моменты  $M_y$** ; **Моменты  $M_{xy}$** ; **Перерезывающие силы  $Q_x$** ; **Перерезывающие силы  $Q_y$**  (кнопки



на панели инструментов).

#### 4.6.4. Просмотр изополей усилий в сваях

- Отобразите изополя усилий в сваях с помощью меню **Результаты**



$\Rightarrow$  **Усилия Р Реакции  $R_z$**  (кнопка на панели инструментов).



Изополя реакций строятся согласно нагрузкам. По умолчанию при пересмотре реакций приводятся их расчетные значения.

#### 4.6.5. Просмотр изополей верхнего и нижнего армирования плиты

- Для отображения верхнего (нижнего) армирования плиты выполните пункт меню **Результаты**  $\Rightarrow$  **Верхняя арматура** (нижняя арматура)


(кнопки ,  на панели инструментов);

- Поочередно отобразите изополя расчетного верхнего (нижнего) армирования  $A_x$  и  $A_y$  плиты с помощью меню **Результаты**  $\Rightarrow$  **Режим ото-**

**бражения арматуры**  $\Rightarrow$  **Изополя вдоль оси X** (кнопки ,  на панели инструментов).

#### 4.7. Формирование и просмотр расчетной записки

- Создайте расчетную записку с помощью меню **Результаты**  $\Rightarrow$

**Расчетная записка**  $\Rightarrow$  **Сохранить html-файл и открыть** (кнопка  на панели инструментов);

- Далее в окне диалога **Параметры расчетной записки** все параметры оставьте без изменений;
- После этого нажмите кнопку **ОК**.

Файл расчетной записки **Фунд\_Плита1.htm** будет сохранен на диске в каталоге **Data** программного комплекса «МОНОМАХ». Он откроется в окне Internet Explorer (или подобной программы).

#### 4.8. Конструирование плиты

Конструирование плиты выполняется в интерактивном диалоге с пользователем.

#### 4.8.1. Раскладка стержней основного армирования на заданном участке

Заданный участок армирования стержнями можно включить в одну из категорий – основное армирование или вспомогательное. Как правило, участок, который задан на весь контур плиты, должен быть отнесен к основному армированию.

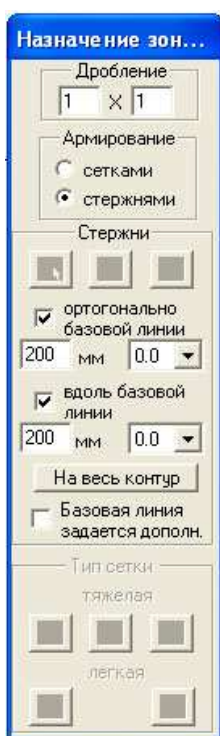


Рис. 35 – Окно диалога  
Назначение зоны армирования


Рассмотрим пример для верхнего армирования.

- Активизируйте отображение верхнего расчетного армирования с

помощью меню **Результаты** ⇒ **Верхняя арматура** (кнопка  на панели инструментов);



- Назначьте участок раскладки стержней (основное армирование) на весь контур плиты с помощью меню **Конструирование ⇒ Раскладка се-**

**ток и стержней ⇒ Прямоугольный контур** (кнопка  на панели инструментов);

- В окне диалога **Назначение зоны армирования** произведите следующие действия:

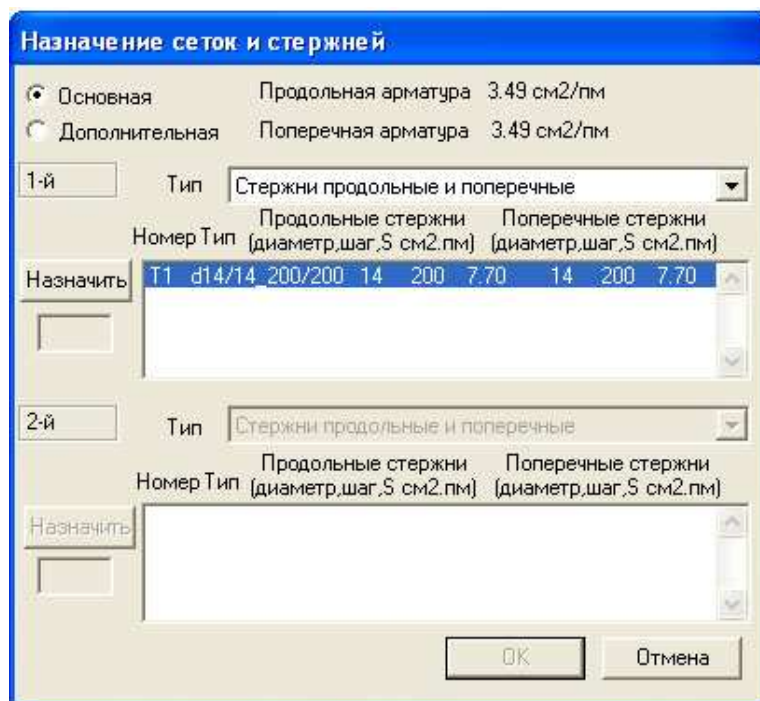
- выберите из списка диаметр стержней, которые будут разложены ортогонально базовой линии;
- выберите из списка диаметр стержней, которые будут разложены вдоль базовой линии;
- другие параметры оставьте без изменений;
- нажмите на кнопку **На весь контур**.

- В окне диалога **Назначение сеток и стержней** произведите следующие действия:

- убедитесь, что избранная опция **Основная**;
- нажмите кнопку **Назначить для первого слоя армирование**;
- другие параметры оставьте без изменений.

- после этого нажмите на кнопку **ОК**.

Ориентацию стержней на участке раскладки определяет базовая линия - продольные стержни будут разложены перпендикулярно этой линии, а поперечные - вдоль этой линии. При разложении стержней ее можно указать произвольно относительно положения участка. На схеме базовая линия рисуется синим цветом.



**Рис. 36 – Окно диалога Назначение сеток и стержней**

Назначение сеток на заданных участках разложения является менее удобным, так как невозможно предварительно задавать диаметры стержней, и потому сложно разделить армирование на основное и вспомогательное.

При армировании в два слоя ячейка, в которой принято это армирование, штрихуется наклонной линией.

#### **4.8.2. Сохранение результатов конструирования**

Для сохранения информации о модели выполните пункт меню **Файл** ⇒



**Сохранить** (кнопка  на панели инструментов).

В окне диалога **Сохранить как** задайте:

- Имя файла **Плита 1**;
- Назначьте папку, в которой будет сохранен этот файл (папка **Мономах 4.0**);
- После этого щелкните на кнопке **Сохранить**.

На диске в каталоге программного комплекса «МОНОМАХ» будет созданный файл задачи **Плита 1.plt**.

Следующие открытия этого файла выполняются открыванием сохраненного файла модели **Плита 1.plt** с помощью меню **Файл Р Открыть**



(кнопка на панели инструментов).

## **5. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ И РАСЧЕТ ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ. ПРОГРАММА «ПОДПОРНАЯ СТЕНА»**

### **5.1. Исходные данные:**

- Материалы подпорной стены;
- Относительные отметки;
- Значение равномерно распределенной нагрузки на грунте засыпки;
- Свойства грунтов.

Все исходные данные принимаются согласно индивидуальному заданию, выданного руководителем.

### **5.2. Создание новой задачи**

Для того, чтобы начать работу с программой «Подпорная стена» программного комплекса «Мономах», выполните следующую команду Windows: **Пуск ⇒ Программы ⇒ Мономах 4.0 ⇒ 5. Подпорная стена.**

При запуске программа «Подпорная стена » автоматически создает новый документ, поэтому никаких дополнительных действий для создания новой задачи выполнять не нужно.

Для того, чтобы создать новую задачу, выполните пункт меню **Файл**

⇒ **Создать** (кнопка  на панели инструментов).

### 5.3. Корректировка данных

Новый документ содержит некоторые данные, принятые по умолчанию и подлежит корректировке.

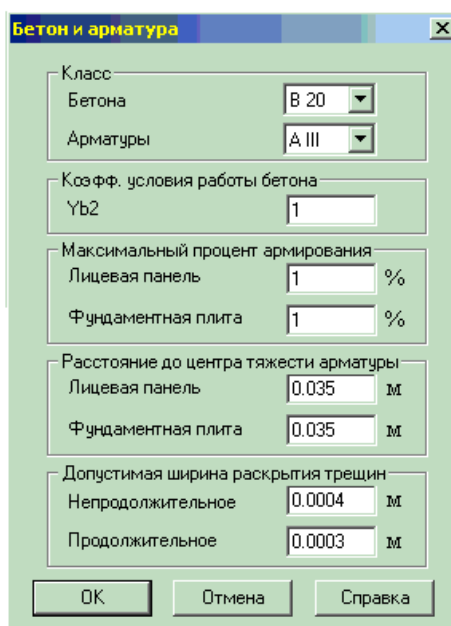
### 5.4. Задание характеристик материалов

Уточните материал подпорной стены с помощью меню **Данные** ⇒

**Материалы** (кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Бетон и арматура** (рис.37) выполните следующие действия:


- Выберите из списка необходимый класс бетона;
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.



**Рис. 37** – Окно диалога **Бетон и арматура**

## 5.5. Задание характеристик грунтов

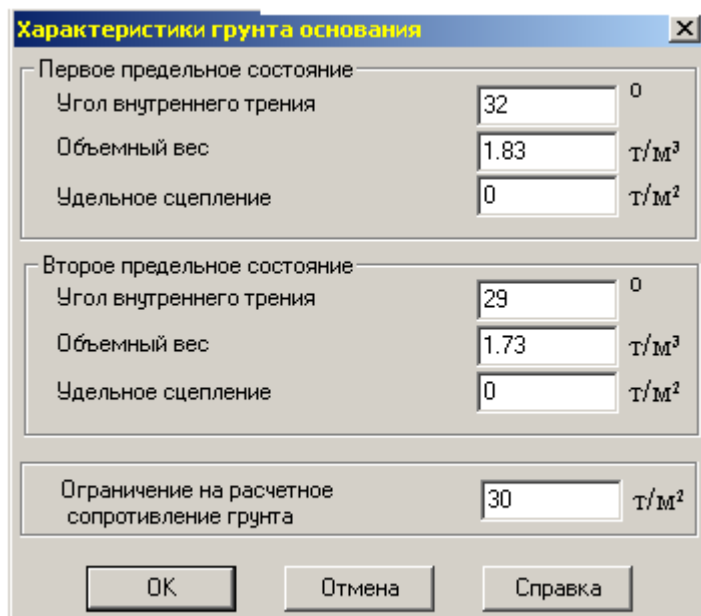
Задайте характеристики грунта основания с помощью меню **Данные**

⇒ **Грунты** ⇒ **Характеристики грунта основания** (кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Характеристики грунта основания** задайте следующие параметры:

- Для первого и второго предельного состояния – угол внутреннего трения;
- Объемный вес;
- Удельное сцепление;

После этого щелкните на кнопке **ОК**.



Первое предельное состояние	
Угол внутреннего трения	32 °
Объемный вес	1.83 T/M³
Удельное сцепление	0 T/M²


Второе предельное состояние	
Угол внутреннего трения	29 °
Объемный вес	1.73 T/M³
Удельное сцепление	0 T/M²

Ограничение на расчетное сопротивление грунта	
	30 T/M²

ОК    Отмена    Справка

Задайте характеристики грунта засыпки с помощью меню **Данные** ⇒

**Грунты** ⇒ **Характеристики грунта засыпки** (кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Характеристики грунта засыпки** задайте следующие параметры:

- Для первого и второго предельного состояния – угол внутреннего трения;
- Объемный вес;
- Удельное сцепление;
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

### 5.6. Задание геометрии подпорной стены

Измените отметки подпорной стены с помощью меню **Данные** ⇒

**Геометрия** (кнопка  на панели инструментов).

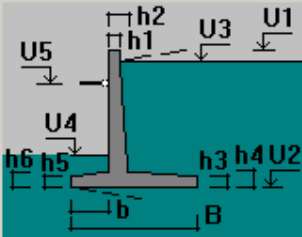
В открывшемся окне диалога **Геометрия подпорной стены** задайте следующие параметры:

- Отметка верха подпорной стены;
- Отметка подошвы;
- Отметка грунта со стороны засыпки;
- Отметка грунта со стороны лицевой панели.

Обратите внимание, что расчет будет выполняться в режиме проектирования.

- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

**Геометрия подпорной стены**



**Схема опирания**

☒ Консольная  
☐ Балочная

**Углы наклона**

грунта засыпки:  °  
 подошвы:  °

**Режим работы программы**

☒ Проектирование  
☐ Проверка

**Вылет передней консоли (b)**  м  
**Ширина подошвы (B)**  м

**Относительные отметки**


верха подпорной стены (U1)  м  
 подошвы (U2)  м  
 грунта со стороны засыпки (U3)  м  
 грунта с лицевой стороны (U4)  м  
 шарнирной опоры (U5)  м

**Высота сечений подпорной стены:**

Лицевая панель, h1  м  
 h2  м  
 Задняя консоль, h3  м  
 h4  м  
 Передняя консоль, h5  м  
 h6  м

OK Отмена Справка

## 5.7. Задание нагрузок на грунт засыпки

Задайте нагрузки на грунте засыпки с помощью меню **Данные ⇒ Нагрузки ⇒ Нагрузки на грунт засыпки** (кнопка  на панели инструментов).

В открывшемся окне диалога **Нагрузки на грунт засыпки** задайте следующие параметры:

- Нормативная распределенная нагрузка (по умолчанию активна опция **Распределенная сплошная**);
- После этого щелкните на кнопке **ОК**.

**Нагрузки на грунте засыпки**

Вид распределенной нагрузки

- ☒ Распределенная сплошная
- ☐ Распределенная полосовая
- ☐ Железнодорожная СК вдоль стены
- ☐ Железнодорожная СК поперек стены
- ☐ Колесная АК вдоль стены
- ☐ Колесная АК поперек стены
- ☐ Колесная НК-80 вдоль стены
- ☐ Колесная НК-80 поперек стены
- ☐ Гусеничная НГ-60 вдоль стены
- ☐ Гусеничная НГ-60 поперек стены

Нормативная распределенная нагрузка  т/м<sup>2</sup>

Ширина полосы, b0  м

Расстояние нагрузки до лицевой панели, a  м

Кэф.ф. надежности по нагрузке,  $\gamma_f$

OK Отмена Справка

## 5.8. Расчет подпорной стены и просмотр расчетных усилий

### 5.8.1. Расчет подпорной стены

Выполните расчет подпорной стены с помощью меню **Расчет ⇒ Рас-**

**чет** (кнопка



на панели инструментов).

Включите отображение нагрузки с помощью меню **Вид ⇒ Отобра-**

**зить объекты ⇒ Нагрузки на грунт засыпки** (кнопка



на панели инструментов).


Включите отображение характеристик грунта с помощью меню **Вид ⇒ Отобразить объекты ⇒ Характеристики грунта и материал стены**


(кнопка




на панели инструментов).




Включите отображение таблицы с помощью меню **Вид ⇒ Отобразить объекты ⇒ Таблица устойчивости** (кнопка  на панели инструментов).

Включите отображение расчетных сечений с помощью меню **Вид ⇒ Отобразить объекты ⇒ расчетные сечения** (кнопка  на панели инструментов).

### 5.8.2. Просмотр расчетных усилий в сечениях подпорной стены

Просмотрите расчетные усилия в сечениях подпорной стены с помощью меню **Результаты ⇒ Таблица расчетных усилий и армирования** (кнопка  на панели инструментов).

Вернитесь к основной схеме с помощью меню **Результаты ⇒ Основная схема** (кнопка  на панели инструментов).

## 5.9. Конструирование подпорной стены

Конструирование монолитной подпорной стены выполняется автоматически отдельными стержнями в соответствии с «Руководством по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения)» и в соответствии со Справочным пособием к СНиП 2.09.03-8 «Проектирование подпорных стен и стен подвалов».

## 5.10. Формирование и просмотр расчетной записки

Создайте расчетную записку с помощью меню **Результаты ⇒ Расчет-**


**ная записка ⇒ Сохранить txt-файл и открыть** (кнопка  на панели инструментов).

На диске в каталоге программного комплекса «Мономах» будет создан файл по имени задачи **Подп\_стена1.txt**. текстовый файл расчетной записки будет открыт в Блокноте.

После просмотра и печати расчетной записки закройте файл в Блокноте.

## 5.11. Сохранение результатов расчета

При сохранении модели с помощью меню **Файл ⇒ Сохранить**

(кнопка  на панели инструментов) в файле \*.mrs сохраняются и результаты расчета.

## **Список источников**

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
2. А. Б. Голышев и др. Проектирование железобетонных конструкций: Справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будивельник, 1990. – 544 с.
3. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 118 с.
4. Методические указания для выполнения курсового проекта по курсу «Механика грунтов, основания и фундаменты» / Сост. М. Ф. Бронжаев, Т. В. Мишурова. – Х.: ХГАГХ, 2005. – 66 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**БРОНЖАЄВ** Михайло Федорович,  
**МІШУРОВА** Тетяна Віталіївна

**РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТІВ  
З ВИКОРИСТАННЯМ  
ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «МОНОМАХ»**

(рос. мовою)

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *О. Г. Рудь*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

Під. до друку 20.06.2011  
Друк на ризографі  
Зам. №

Формат 60×84/16  
Ум. друк. арк. 3,0  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011р.